

Strom aus der Wüste für eine nachhaltige Energieversorgung von Europa, Nordafrika und dem Mittleren Osten

Prof. Dr. Dr.-Ing. habil. Hans Müller-Steinhagen
Institut für Technische Thermodynamik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Technische Universität Dresden

Betrachtet man die Bedarfsprognosen von Europa, dem Mittleren Osten und Nordafrika (EU-MENA) bis zur Mitte dieses Jahrhunderts, dann stellt man fest, dass in Europa aufgrund relativ konstanter Bevölkerungszahlen und moderaten Wirtschaftswachstums auf hohem Niveau mit einem vergleichsweise geringem Wachstum des Stromverbrauchs zu rechnen ist, während in MENA – von der Bevölkerung, Wirtschaftskraft und vom Strombedarf her – praktisch ein zweites Europa heranwächst. Eine Tatsache die durchaus wünschenswert ist, aber trotzdem eine Herausforderung für eine nachhaltige Versorgung der Gesamtregion darstellt. Der zunehmende Trinkwassermangel in MENA wird außerdem einen großen zusätzlichen Bedarf an Energie für die Meerwasserentsalzung nach sich ziehen.

Die modernen Energieformen Öl, Gas, Kohle und Uran zeigen zunehmend Nachteile, da sie seltener und teurer werden und ihre Verbrennungs- bzw. Reaktionsprodukte zu immer größeren Belastungen für die Umwelt führen. Im Rahmen mehrerer Studien des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) wurde deshalb eine Bestandsaufnahme der Verfügbarkeit erneuerbarer Energiequellen für die Stromerzeugung im Großraum Europa - Mittlerer Osten - Nordafrika (EU-MENA) erstellt.

Dabei zeigte sich, dass in dieser Region große Mengen erneuerbarer Energie zur Verfügung stehen, allerdings in ganz unterschiedlichen Erscheinungsformen, Konzentrationen und Zusammensetzungen. So können mit der entsprechenden heute verfügbaren Technologie an guten Standorten im Herzen Europas aus Biomasse jedes Jahr bis zu etwa 1 Million Kilowattstunden (1 GWh) Elektrizität pro Quadratkilometer Landfläche erzeugt werden, ganz ähnlich wie bei der (noch nicht ausgereiften) geothermischen Energie aus sehr tiefen Schichten. Bei Wasserkraft und Windkraft steigt der Ertrag auf bis zu 50 GWh/km²/a an, zumindest an den guten Wasserkraftstandorten in Skandinavien und den Alpen, ebenso wie bei der Windkraft an der Atlantik- und Nordseeküste, Off-Shore und an besonders exponierten Standorten auch im Inland. Die direkte Nutzung der Sonnenenergie mit Photovoltaikanlagen und vor allem mit großen solarthermischen Dampfkraftwerken stellt diese Erträge allerdings in den Schatten, mit einem Stromertrag von bis zu 250 GWh/km²/a im südlichen Mittelmeerraum.

Vernachlässigt man alle Flächen, die sich aus den verschiedensten Gründen für die Aufstellung der notwendigen Anlagen nicht eignen und berücksichtigt man nur jene Potenziale, die durch technische Entwicklung, Serienfertigung, Massenproduktion und ausreichende Erträge in absehbarer Zeit konkurrenzfähig werden könnten, dann ergeben sich die folgenden Gesamtpotenziale für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in EU-MENA:

Wasserkraft	1.350 TWh/a
Windkraft	1.950 TWh/a
Biomasse	1.350 TWh/a
Geothermie	1.100 TWh/a
Sonnenenergie	630.000 TWh/a

Auch hier stellt die direkte Nutzung der Sonnenenergie die aus ihr abgeleiteten Energieformen Wind, Biomasse und Wasserkraft sowie auch die Geothermie weit in den Schatten. Das Sonnenstrompotenzial übersteigt den heutigen Weltstrombedarf von etwa 18.000 TWh/a um Größenordnungen, während die anderen Energieformen nicht ausreichen würden, um den Bedarf der Region EU-MENA jeweils allein abzudecken.

Energie ist zwar ausreichend vorhanden, aber es stellt sich die Frage der zeitlichen und örtlichen Verfügbarkeit. Ein weiteres Ergebnis der vom DLR durchgeführten Untersuchung ist, dass eine zuverlässige Deckung der elektrischen Last mit einem ausgewogenen Mix erneuerbarer und fossiler Energiequellen durchaus zu bewerkstelligen ist. Bei diesem Konzept übernehmen die Erneuerbaren weitgehend die Grundlast, während fossile Energieträger, bei gleichzeitig stark reduziertem Verbrauch, einen wichtigen Teil der Regelleistung zum Ausgleich von Angebot und Last liefern. Ein Teil der Regelleistung wird jedoch auch und zunehmend durch gut speicherbare erneuerbare Quellen wie Geothermie, Wasserkraft, Biomasse und solarthermische Kraftwerke übernommen. Auf dieser Basis wurde ein Szenario des Kraftwerkparcs für jedes einzelne der untersuchten 50 Länder in EU-MENA bis zum Jahr 2050 erstellt. Die erneuerbaren Energiequellen kommen im Wesentlichen dort zum Einsatz, wo sie am ergiebigsten und kostengünstigsten verfügbar sind, und werden von dort über das Stromnetz an die einzelnen Verbraucher verteilt. Zusätzliche Stromspeicher werden nicht benötigt.

Der Transport von Strom über große Distanzen, z. B. von solarthermischen Kraftwerken in Nordafrika oder von Off-Shore Windparks in der Nordsee zu den Verbraucherzentren in Mitteleuropa, wäre bei den konventionellen Wechselstromnetzen mit großen Übertragungsverlusten verbunden. Deshalb werden zusätzlich verlustarme „Stromautobahnen“ auf Hochspannungsgleichstromtechnik (HGÜ) benötigt, von denen der Strom in die konventionellen Wechselstromnetze eingespeist und über dieses an die Verbraucher verteilt wird. Damit könnte zum Beispiel Solarstrom aus Algerien mit nur 10 % Verlust in Deutschland ankommen.

Das vom DLR entwickelte Szenario sieht einen Anteil von importiertem Strom aus erneuerbaren Energiequellen von etwa 15 % der Stromversorgung Europas bis zum Jahr 2050 vor (100 GW, 700 TWh/a). Dieser Strom wird zu einem großen Teil nicht aus den hierzulande wohlbekannten Photovoltaikzellen oder Windkraftanlagen kommen, sondern aus gut regelbaren solarthermischen Dampfkraftwerken, die Dampf aus konzentrierenden Sonnenkollektoren (anstelle von fossil oder atomar beheizten Dampferzeugern) für den Betrieb der Turbinen verwenden und mit Hilfe großer Hochtemperatur-Wärmespeicher auch nachts und nach Bedarf Strom produzieren können. Solarthermische Dampfkraftwerke sind in Kalifornien seit 1985 erfolgreich am Netz. Insgesamt werden Ende 2010 weltweit solarthermische Kraftwerke mit über 1000 MW Gesamtleistung in Betrieb sein; weitere 8000 MW sind bereits in fortgeschrittener Projektierung.

Für die Region MENA ergibt sich daraus ein ebenso interessantes Szenario: neben der Bereitstellung von Strom für den stark zunehmenden Eigenbedarf könnten Erträge aus dem Export eines Teils des erzeugten Solarstroms die absehbaren zukünftigen Rückgänge von Öl- und Gasexporten wenigstens zum Teil kompensieren. Durch den hohen Anteil an der lokalen Wertschöpfung beim Bau und Betrieb von solarthermischen Kraftwerken werden nachhaltige und qualifizierte Arbeitsplätze geschaffen. Weiterhin eröffnen solare Dampfkraftwerke die Option der Kraft-Wärme-Kopplung zur Kälteerzeugung und Meerwasserentsalzung, beides Produkte die neben Strom eine zunehmende Bedeutung in der Region gewinnen. Eine nachhaltige Quelle für Energie und Wasser könnte damit eine Schlüsselrolle bei einer friedlichen Lösung der zahlreichen Konflikte der Region einnehmen.

Und auch die Umwelt würde von solch einem Szenario profitieren: anstatt bis 2050 auf knapp 4.000 Millionen Tonnen pro Jahr anzusteigen, würden die Kohlendioxidemissionen im Stromsektor der Region EU-MENA bis 2030 trotz des starken Wachstums des Stromverbrauchs auf einem konstanten Niveau von etwa 2.000 Mio. t/a gehalten und dann bis 2050 auf etwa 700 Mio. t/a reduziert. Damit verringert sich der Ausstoß pro Einwohner auf etwa 0,6 Tonnen pro Kopf und Jahr, eine Zahl die mit den allgemeinen langfristigen Klimaschutzziele vereinbar wäre. Der gesamte Flächenverbrauch des erforderlichen erneuerbaren Kraftwerkparks im Jahr 2050 entspräche etwa 1 % der verfügbaren Landfläche, etwa soviel wie der Transportsektor heute in Europa einnimmt.

Nach den Berechnungen des DLR würden nach etwa 2020 gebaute solarthermische Kraftwerke in Nordafrika Strom zu wirtschaftlich wettbewerbsfähigen Kosten erzeugen. Nach anfänglichen Investitionskosten von etwa 50 Mrd. Euro würden die Kosten für den weiteren Ausbau, die auf insgesamt 400 MRD Euro geschätzt werden, durch den Verkauf des erzeugten Stroms finanziert werden. Das gesamte Stromversorgungsszenario für EU-MENA wäre ab etwa 2025 volkswirtschaftlich günstiger als eine Fortführung der derzeitigen Stromherstellung.

Ausgehend von diesen Szenarien wurde im Oktober 2009 die Desertec Industry Initiative (Dii) gegründet, die heute aus 17 Voll- und 20 assoziierten Mitgliedsfirmen besteht. Ziel der Dii ist es, innerhalb von etwa 3 Jahren die vertraglichen und politischen Rahmenbedingungen für den Bau der ersten solarthermischen Kraftwerke in Nordafrika und dem Transfer eines Teils des erzeugten Stroms nach Europa zu schaffen.